稻纵卷叶螟性信息素在其种群监测上的应用

姚士桐[1]，吴降星[2]，郑永利[3]，金周浩[1]，陆志杰[1]，胡加君[4]，杜永均[5,*]

（1. 浙江省海宁市植保土肥技术服务站，浙江海宁 314400；2. 宁波市农业技术推广总站，浙江宁波 315012；
3. 浙江省植物保护检疫局，杭州 310020；4. 浙江省宁波市北仑区农业技术推广服务总站，浙江宁波 315800；
5. 温州医学院健康与环境生态研究所，浙江温州 325035）

摘要：为探索性信息素在稻纵卷叶螟 *Cnaphalocrocis medinalis*(鳞翅目：螟蛾科)预测预报上的应用技术，2009 年 8 月 15 日 -9 月 20 日在浙江省海宁市，对不同性信息素化合物配制诱芯的田间诱捕效果，以及性信息素群集诱捕、灯光诱捕和赶蛾 3 种不同方法监测成虫消长规律等进行研究。结果表明：在浙江地区以顺 11-十八碳烯醛、顺 13-十八碳烯醛、顺 11-十八碳烯醇和顺 13-十八碳烯醇以 60 μg:500 μg:60 μg:120 μg 配制的 PVC 毛细管诱芯对稻纵卷叶螟的诱集效果最佳。通过性信息素诱捕、灯光诱捕和赶蛾 3 种方法的比较试验，初步结果显示性诱测报可取代传统的系统赶蛾法用于稻纵卷叶螟的预测预报。

关键词：稻纵卷叶螟；性信息素；群集诱捕；种群监测；灯光诱捕；赶蛾

中图分类号：Q968 **文献标识码**：A **文章编号**：0454-6296(2011)04-0490-05

Application of sex pheromone of the rice leaf folder, *Cnaphalocrocis medinalis* (Lepidoptera: Pyralidae) in monitoring its population

YAO Shi-Tong[1], WU Jiang-Xing[2], ZHENG Yong-Li[3], JIN Zhou-Hao[1], LU Zhi-Jie[1], HU Jia-Jun[4], DU Yong-Jun[5,*] (1. Haining Technology and Service Station of Plant Protection, Soil and Fertilizer, Haining, Zhejiang 314400, China; 2. Ningbo Agricultural Technology Extension Center, Ningbo, Zhejiang 315012, China; 3. Zhejiang Bureau of Plant Protection and Quarantine, Hangzhou 310020, China; 4. Beilun Agricultural Technology Extension Station, Ningbo, Zhejiang 315800, China; 5. Institute of Health and Environmental Ecology, Wenzhou Medical College, Wenzhou, Zhejiang 325035, China)

Abstract: The evaluation and optimization of synthetic pheromone blends of the rice leaf folder, *Cnaphalocrocis medinalis* were carried out in the rice fields in Haining City, Zhejiang Province between August 15 and September 20, 2009 to explore its application for forecasting population. Three methods including sex pheromone traps, light traps as well as disturbing and counting method (DCM) for monitoring adult populations were compared. The results showed that the chemical blend of *Z*11-octadecenal (60 μg), *Z*13-octadecenal (500 μg), *Z*11-octadece-1-ol (60 μg) and Z13-octadecen-1-ol (120 μg) formulated in the PVC capillary tubing had the strongest attractiveness to male moths in Zhejiang, China. The preliminary data obtained from the comparison of pheromone traps, light traps and the DCM indicated the potential application of pheromone traps in monitoring population of the rice leaf folder.

Key words: *Cnaphalocrocis medinalis*; sex pheromone; mass trapping; population monitoring; light trap; disturbing and counting method (DCM)

稻纵卷叶螟 *Cnaphalocrocis medinalis* (Guenée)(鳞翅目，螟蛾科)是水稻最重要的害虫之一。近年来连续大发生，特别是大暴发的 2007 年，发生量之大为历史罕见，尤其是四(2)代稻纵卷叶螟发生危害之严重前所未有，据调查我市观测圃虫量高达 438 万头/hm^2，对水稻生产构成了严重的威胁。及时、准确地预测稻纵卷叶螟发生时期和发生程度是搞好防治的前提和基础，因而必须强化监测和预报工作。由于稻纵卷叶螟成虫的弱光性，无法采用传统的测报灯工具，目前生产上通常采用清晨赶蛾法来预测稻纵卷叶螟的发生时期和发生程度。该方法虽可以预测稻纵卷叶螟的发生，但劳动强度大，而

基金项目：浙江省“三农五方”合作项目(SN200704)；宁波市科技局重大项目(2010C10014)
作者简介：姚士桐，男，1964 年生，浙江海宁人，高级农艺师，长期从事农作物有害生物综合治理技术的研究与推广工作，E-mail：jxhnyst@126.com
* 通讯作者 Corresponding author, E-mail: dyj@wzmc.edu.cn
收稿日期 Received：2010-08-16；接受日期 Accepted：2010-11-28

且由于人为因素干扰大，造成数据精确度差，缺乏标准化，难于适应当前我国测报队伍不稳、测报人员数量明显不足的现状（刘万才等，2009），同时也不符合现代测报精准化发展的要求。

性信息素是昆虫个体性成熟时按一定生物节律释放，用于引诱同种异性并完成交配行为的化合物，稻纵卷叶螟的雌蛾在性成熟时释放特异的气味引诱雄蛾以完成交配（Kawazu *et al.*，2000）。性信息素技术的优点是选择性强，用量微，对环境生态安全，保护自然天敌，无农药抗性。性诱测报更具有灵敏度高、峰形清晰、小范围测报精确等优势，在国际上已广泛应用于害虫的综合治理中，尤其是在鳞翅目害虫的测报和防治中应用更为普遍（Laurent and Frérot，2007；杜永均，2007）。稻纵卷叶螟性信息素的研究始于菲律宾的 Arida（1981）和斯里兰卡的 Kudagamage（1983），当初鉴定为顺 13-十八碳烯酸乙酯，并揭示了幼虫危害与诱捕量之间的相关性；Ramachandran 等（1990）在菲律宾报道其性信息素组成还有微量组分顺 11-十六碳烯酸乙酯，其合适比例为 98∶2；而 Rao 等（1995）在印度又鉴定出顺 13-十八碳烯醇。Kawazu 等（2000）鉴定日本的稻纵卷叶螟性信息素组成是顺 11-十八碳烯醛、顺 13-十八碳烯醛、顺 11-十八碳烯醇和顺 13-十八碳烯醇，比例为 11∶100∶24∶36。由此配制的诱芯在中国的南宁和杭州，越南以及印度尼西亚均能诱到显著数量的雄蛾（Kawazu *et al.*，2002，2005，2009）。进一步研究发现根据菲律宾和印度品系制做的诱芯在日本不能诱捕到稻纵卷叶螟，而诱捕到 *C. pilosa*（Kawazu *et al.*，2001），在中国的南宁和杭州以及越南也只诱到极少量的雄成虫。因此，地理区系之间性信息素组成存在很大的差异。

我国对稻纵卷叶螟性信息素的研究还很少（赖凤香等，2001；吴降星等，2010）。因此，我们在这些文献工作的基础上，重新鉴定了我国稻纵卷叶螟的性信息素组分（另文发表），通过田间试验筛选适合当地的最佳浓度配比，以应用于田间诱捕稻纵卷叶螟，并与灯光诱捕法及赶蛾法进行比较，以探寻 3 种方法的差异以及与田间实际发生量之间的关系，目的是最终开发出简便、高效的稻纵卷叶螟性诱剂测报技术。

1　材料与方法

1.1　材料

供试诱芯共 9 种，由顺 11-十八碳烯醛、顺 13-十八碳烯醛、顺 11-十八碳烯醇和顺 13-十八碳烯醇的不同浓度比例配制而成，编号分别为 CM2009883，CM9721A，CM9721B，CM9721C，CM9721D，CM9721E，CM9721F，CM9721G 和 CM9721H，其化合物配比见表 1，其中 CM2009883 为 PVC 毛细管诱芯，其余均为天然橡皮头诱芯，上述诱芯均由宁波纽康生物技术有限公司生产、提供。天然橡皮头外形参考尺寸：长度 14 ± 1 mm；实心部分直径 5 ± 1 mm，长 5 ± 1 mm。溶剂为重蒸正己烷，各溶液配制完后，加 10% 的 2，6-二叔丁基-4-甲基苯酚（BHT），并分别吸取 100 μL 加至天然橡皮头中，待正己烷挥发干后待用。PVC 毛细管外形参考尺寸：长度 80 ± 5 mm；外径 1.1 ± 0.2 mm；内径 0.8 ± 0.1 mm。性信息素化合物由宁波纽康生物技术有限公司合成、纯化，化合物纯度至少 97% 以上。

表 1　田间测试用人工合成性信息素混合物的浓度比例和剂量

Table 1　The ratio and dosage of pheromone blends in field test

编号 Labels	顺 11-十八碳烯醛 *Z*11-18：Ald（μg）	顺 13-十八碳烯醛 *Z*13-18：Ald（μg）	顺 11-十八碳烯醇 *Z*11-18：OH（μg）	顺 13-十八碳烯醇 *Z*13-18：OH（μg）	总量 Total（μg）
CM9721A	60	0	60	120	240
CM9721B	80	100	215	240	635
CM9721C	33	45	220	240	538
CM9721D	60	500	60	120	740
CM9721E	135	150	210	240	735
CM9721F	60	120	120	240	540
CM9721G	60	120	240	120	540
CM9721H	0	500	0	0	500
CM2009883 *	60	500	60	120	740

* PVC 毛细管诱芯 PVC capillary tubing lures.

供试诱捕器为船型粘胶诱捕器(wing trap)，外形尺寸：27 cm×22 cm×4.5 cm；挂钩连接上盖塑板顶部，便于悬挂，诱芯杆与上盖板垂直，经一小孔穿过上盖板，位于上盖板与粘胶板之间，诱芯嵌入诱芯杆上，尽量接近底板，底板为粘胶板，均由宁波纽康生物技术有限公司生产和提供。

1.2 试验方法

试验于2009年8月15日-9月20日在浙江省海宁市丁桥镇二丰村进行，试验区面积9.67 hm^2，试验区内水稻长势较均匀，日常管理基本一致。试验设置诱芯9种，每种诱芯为1个处理，每个处理设3次重复，共27个小区，小区随机区组排列，各诱捕器的间距30 m以上，诱捕器悬挂高度为水稻植株上方20 cm左右。每个船型粘胶诱捕器安装诱芯1枚，安装不同诱芯时用清水洗手，在每日上午7：00-9：00，检查各诱捕器的稻纵卷叶螟雄蛾数量，并将粘胶板上的雄虫去除，9月1日更换粘胶板1次，但诱芯未更换。同时每天进行系统赶蛾、灯光诱蛾，并逐日记载成虫数量。

1.3 数据统计与分析

所有调查数据采用DPS数据处理系统8.01(唐启义和冯明光，2002)进行分析，平均数间多重比较采用Duncan氏新复极差法进行分析，原始调查数据不作任何转换。由于赶蛾推算的单位亩蛾量大，而害虫测报看重的是数据的趋势和规律，所以本文在数据处理时把赶蛾数量转换成6.67 m^2(=1%亩)的蛾量，便于比较各个蛾峰。

2 结果与分析

2.1 不同浓度配比的诱芯对稻纵卷叶螟雄蛾的田间引诱效果

试验结果表明，缺失顺13-十八碳烯醛的诱芯CM9721A诱集效果最差，其累计诱集只有9头，但单一的顺13-十八碳烯醛的诱芯CM9721H引诱作用也不强。不同化合物的不同浓度比例配制的诱芯品种对稻纵卷叶螟成虫的诱集效果差异很大。毛细管PVC诱芯CM2009883的诱蛾量大于相同浓度配比的橡皮头诱芯(CM9721D)。9种诱芯37 d的累计诱集量的3盆平均数见图1，平均累计诱集量为77.42头，诱集效果最好的是诱芯CM2009883，其37 d累计诱集量达207头。方差分析表明，诱芯CM2009883和其他诱芯相比达到极显著性差异($P < 0.01$)。所以在生产上实际使用时，应采用顺11-十八碳烯醛、顺13-十八碳烯醛、顺11-十八碳烯醇和顺13-十八碳烯醇以60 μg∶500 μg∶60 μg∶120 μg配比的毛细管诱芯。

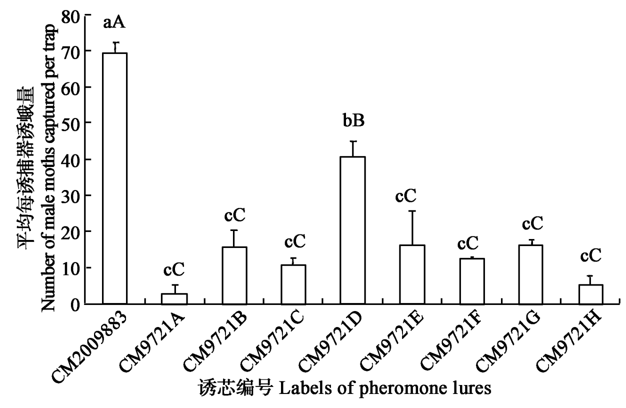


图1 不同浓度配比的诱芯对稻纵卷叶螟雄蛾的田间引诱作用

Fig. 1 Attractiveness of chemical blends at different ratios to male moths of *Cnaphalocrocis medinalis* in the rice field

图中数据为3次重复的平均值±*SE*，柱上标有不同小写字母表示显著性差异(5%水平)，不同大写字母表示极显著性差异(1%水平)(Duncan氏新复极差法)。信息素诱芯编号同表1。The data are mean of 3 replicates ± *SE*. The bars marked with different lower case and capital letters indicate significant difference between treatments at the 5% and 1% level, respectively (Duncan's multiple range test). The labels of pheromone lures are the same as listed in Table 1.

2.2 不同监测方法监测稻纵卷叶螟成虫的田间消长规律

田间系统赶蛾、灯光诱集和性信息素群集诱捕(以诱芯CM2009883为例)3种不同方法监测的稻纵卷叶螟成虫在田间的变化(2009年8月14日至9月20日)见图2。

由图2可知，采用性诱法监测稻纵卷叶螟和传统的赶蛾法相比，具有峰次多、高峰明显的特点，同时高峰出现的时间和赶蛾法基本一致。如性诱高峰8月16日(赶蛾高峰8月15日)、性诱高峰8月24日(赶蛾高峰8月23日)、性诱高峰9月2日(赶蛾高峰8月31日)、性诱高峰9月8日(赶蛾高峰9月8日)、性诱高峰9月19日(赶蛾高峰9月17日)等。因性信息素群集诱捕法获得的数据系前一天晚上的数据，故实际一致性更好，因此性诱法可取代赶蛾法用于稻纵卷叶螟监测。灯光诱集法和赶蛾法相比，因其峰次不明显，且出现高峰时间要比赶蛾法晚2~3 d，如赶蛾8月15日(灯光诱捕8月17日)、赶蛾8月23日(灯光诱捕8月26日)、赶蛾8月31日(灯光诱捕9月3日)等，所以生产上不宜使用灯光诱捕法，否则会延误防治适期。

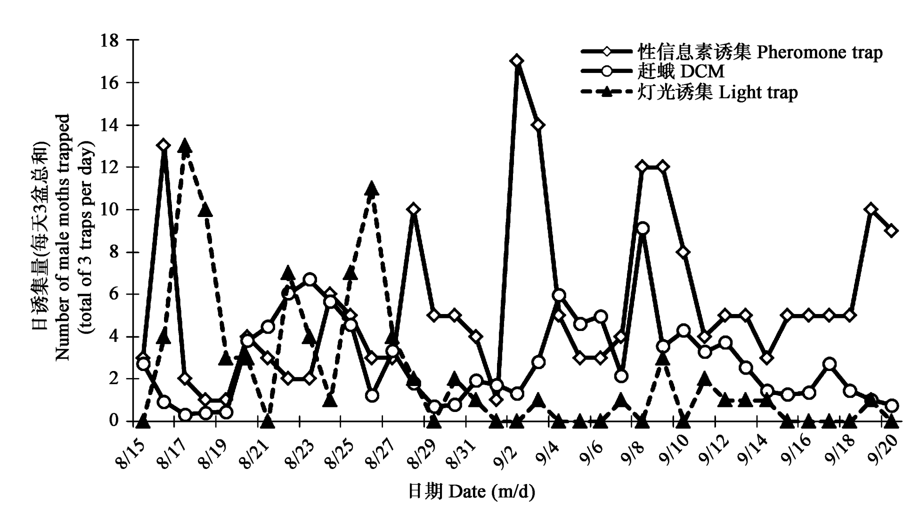


图 2　不同监测方法稻纵卷叶螟消长曲线

Fig. 2　Population dynamics of male moths of *Cnaphalocrocis medinalis* by trapping the moths with pheromone trap, light trap and disturbing and counting method (DCM)

性信息素群集诱捕法为每天 3 盆累计诱集量；赶蛾法为 6.67 m^2 诱集量；灯光诱集法为单灯诱集量。The data of pheromone trap are the total number of moths trapped in 3 traps with pheromone lures per day, the number of moths counted by the DCM method is the total number of moths in 6.67 m^2 per day, and that of light trap is the number captured in one light trap per day.

3　讨论

许多昆虫性信息素有地理区系的差异(Huang *et al*., 1998; El-Sayed *et al*., 2003)，稻纵卷叶螟又是迁飞性害虫，早期的报道也证明了地理区系在稻纵卷叶螟中存在，目前主要有日本、菲律宾和印度区系(Kawazu *et al*., 2000)。本文通过对 9 种不同浓度比例稻纵卷叶螟诱芯的田间诱蛾效果比较，结果表明，以顺 11-十八碳烯醛、顺 13-十八碳烯醛、顺 11-十八碳烯醇和顺 13-十八碳烯醇以 60 μg∶500 μg∶60 μg∶120 μg 配制诱芯的诱集效果最佳。这一配比与之前所报道的诱芯化合物配比有所差异(Kawazu *et al*., 2002)，同时，利用 PVC 毛细管材料制作的诱芯诱捕效果要稍好于天然橡胶诱芯。虽然田间虫量较大，但诱捕数量仍不是太高，一方面稻纵卷叶螟飞翔能力较弱，但另一方面，其性信息素的完整组成可能还需要进一步研究，因而田间诱捕效率相对较低，本试验单盆最高诱集量只有 10 头，故在用于稻纵卷叶螟预测预报时至少需设置 3 盆(即 3 个重复)。笔者认为船型粘胶诱捕器诱捕效率较低的原因主要是由于诱捕器的粘胶板易受降雨等影响，而诱捕器使用时期正是雷阵雨频发季节。为进一步提高稻纵卷叶螟田间诱捕效率，须根据其飞行轨迹开发专用诱捕器。性诱剂的田间诱捕效率还受到风向、悬挂高度及不同地理种群等因子影响，这有待于进一步研究。

本试验表明，采用性信息素诱捕法监测稻纵卷叶螟能准确反映田间成虫的消长动态，和田间赶蛾法相比吻合程度高，且峰次多、高峰明显，同时还具有专一性好、劳动强度低、操作简单高效等特点，所以可以取代传统的田间赶蛾法，在稻纵卷叶螟的预测预报上推广应用。

参 考 文 献 (References)

Arida G, 1981. Monitoring Adult Densities of Rice Stem Borers and Leaffolders (Lepidoptera: Pyralidae) with Sex Pheromones and Light Traps for Improved Pest Control. MSc Thesis, University of the Philippines, Los Baños, Laguna, Philippines.

Du YJ, 2007. Application of semiochemicals in the IPM of vegetable pests. *Chinese Vegetables*, 2007(1): 35-39. [杜永均, 2007. 化学信息素在蔬菜害虫综合防治中的应用. 中国蔬菜, 2007(1): 35-39]

El-Sayed AM, Delisle J, De Lury N, Gut LJ, Judd GJR, Legrand S, Reissig WH, Roelofs WL, Unelius CR, Trimble RM, 2003. Geographic variation in pheromone chemistry, antennal electrophysiology, and pheromone-mediated trap catch of North American populations of the obliquebanded leafroller. *Environ. Entomol*., 32(3): 470-476.

Huang YP, Takanashi T, Hoshizaki S, Tatsuki S, Honda H, Yoshiyasu Y, Ishikawa Y, 1998. Geographic variation in sex pheromone of Asian corn borer, *Ostrinia furnacalis*, in Japan. *J. Chem. Ecol*., 24(12): 2079-2088.

Kawazu K, Adati T, Yosiyasu Y, Sumiartha K, Susila W, Sudiarta P, Purwanto H, Tatsuki S, 2009. Sex pheromone components of the

rice leaffolder, *Cnaphalocrocis medinalis* (Lepidoptera: Crambidae), in Indonesia. *J. Asia-Pacific Entomol.*, 12: 97 – 99.

Kawazu K, Hasegawa JI, Honda H, Ishikawa Y, Wakamura S, Sugie H, Kamiwada H, Kamimuro T, Yoshiyasu Y, Tatsulki S, 2000. Geographical variation in female sex pheromones of the rice leaffolder moth, *Cnaphalocrocis medinalis*: identification of pheromone components in Japan. *Entomol. Exp. Appl.*, 96: 103 – 109

Kawazu K, Nagata K, Zhang Z, Sugie H, Tatsuki S, 2002. Comparison of attractiveness in Japan and China of three synthetic pheromone blends based on geographic variations in the rice leaffolder, *Cnaphalocrocis medinalis* (Lepidoptera: Pyralidae). *Bull. Entomol. Res.*, 92: 295 – 299.

Kawazu K, Setokuchi O, Kohno K, Takahashi K, Yoshiyasu Y, Tatsuki S, 2001. Sex pheromone of the rice leaffolder moth, *Cnaphalocrocis medialis* (Lepidoptera: Crambidae): synthetic India and Philippine blends are not attractive to male *C. medinalis*, but are attractive to *C. pilosa* in the South-Western islands in Japan. *App. Entomol. Zool.*, 36(4): 471 – 474.

Kawazu K, Suzuki Y, Yoshiyasu Y, Castillon EB, Ono H, Vuong PT, Huang FK, Takahashi K, Adati T, Fukumoto T, Tatsuki S, 2005. Attraction of *Cnaphalocrocis medialis* (Lepidoptera: Crambidae) males in Southeast Asia to female sex pheromone traps: field tests in southernmost China, northern Vietnam and southern Philippines with three synthetic pheromone blends regarding geographic variations. *Appl. Entomol. Zool.*, 40(3): 483 – 488.

Kudagamage C, 1983. Leaffolder population monitoring using a sex pheromone. *International Rice Research Newsletter*, 8: 11.

Lai FX, Yao Q, Zhang ZT, Ma YM, Kawazu K, Tatsuki S, 2001. Taxis of the rice leafolder (*Cnaphalocrocis medinalis*) to sex pheromone of different composition in Hangzhou area. *Scientia Agricultura Sinica*, 34(5): 465 – 468. [赖凤香, 姚青, 张志涛, 马玉梅, 河津圭, 田付贞洋, 2001. 杭州地区田间稻纵卷叶螟对不同组分雌性外激素的趋性. 中国农业科学, 34(5): 465 – 468].

Laurent P, Frérot B, 2007. Monitoring of European corn borer with pheromone-baited traps: review of trapping system basics and remaining problems. *J. Econ. Entomol.*, 100(6): 1797 – 1807.

Liu WC, Jiang YY, Zhang YJ, Feng XD, Xia B, Liu Y, Zeng J, 2009. Discussion on promoting the development of agricultural pest surveillance and forecast. *China Plant Protection*, 29(8): 28 – 31. [刘万才, 姜玉英, 张跃进, 冯晓东, 夏冰, 刘宇, 曾娟, 2009. 推进农业有害生物监测预警事业发展的思考. 中国植保导刊, 29(8): 28 – 31]

Ramachandran R, Caballero P, Khan ZR, 1990. Pheromone components of rice leaffolders (LF) *Cnaphalocrocis medinalis* and *Marasmia patnalis*. *International Rice Research Newsletter*, 15: 25 – 26.

Rao AG, Reddy DD, Krishnaiah K, Beevor PS, Cork A, Hall DR, 1995. Identification and field optimization of the female sex pheromone of the rice leaffolder, *Cnaphalocrocis medinalis* in India. *Entomol. Exp. Appl.*, 74: 195 – 200.

Tang QY, Feng MG, 2002. DPS Data Processing System for Practical Statistics. Science Press, Beijing. [唐启义, 冯明光, 2002. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统. 北京: 科学出版社]

Wu JX, Wang X, Ying XP, Mao GZ, Chen YB, Du YJ, Cao LK, 2010. Field evaluation of synthetic pheromone lures of the rice leaffolder, *Cnaphalocrocis medinalis*. *Plant Doctor*, (2): 26 – 28. [吴降星, 王笑, 应晓平, 毛国忠, 陈宇博, 杜永均, 曹林奎, 2010. 稻纵卷叶螟性诱剂在田间应用的诱捕效率评估. 植物医生, (2): 26 – 28]

(责任编辑: 赵利辉)